

SKRIPSI

Biosorpsi Cu(II) oleh *Pseudomonas putida*



Diajukan oleh :

Lintang Elsa Valerina

NRP : 5203016011

Saffira Zhazhabila Maulida

NRP : 5203016035

**JURUSAN TEKNIK KIMIA - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
SURABAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **Skripsi** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : **Lintang Elsa Valerina**

NRP : **5203016011**

telah diselenggarakan pada tanggal 27 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Pembimbing I



Dra. Adriana Anteng A. M.Si.
NIK. 521.86.0124

Surabaya, 10 Juni 2019


Pembimbing II



Shella P. Santoso, S.T., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua



Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Anggota

Sekretaris



Dra. Adriana Anteng A. M.Si.
NIK. 521.86.0124

Anggota

Anggota



Ir. Setiyadi, M.T.

NIK. 521.88.0137



Shella P. S., S.T., Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Ir. Suryadi I., M.T., Ph.D., IPM

NIK. 521.93.0198

Mengetahui



Ir. Suryadi I., M.T., Ph.D., IPM

NIK. 521.93.0198



Sandy Budi Hartono, M.Ts, Ph.D.

NIK. 521.09.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **Skripsi** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Saffira Zhazhabila Maulida

NRP : 5203016035

telah diselenggarakan pada tanggal 27 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Pembimbing I

Dra. Adriana Anteng A. M.Si.
NIK. 521.86.0124

Pembimbing II

Shella P. Santoso, S.T., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Anggota

Sekretaris

Dra. Adriana Anteng A. M.Si.
NIK. 521.86.0124

Anggota

Anggota

Ir. Setiyadi, M.T.
NIK. 521.88.0137

Shella P. S., S.T., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Ir. Suryadi I., M.T., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Mengetahui

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDARAJA SURABAYA
Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Endi Hartono, M.Phil, Ph.D.
NIK. 521.92.0401

Ir. Suryadi I., M.T., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Lintang Elsa Valerina
NRP : 5203016011

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :

Biosorpsi Cu(II) Oleh *Pseudomonas putida*

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019
Yang Menyatakan



(Lintang Elsa Valerina)
NRP. 5203016011

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Saffira Zhazhabila Maulida
NRP : 5203016035

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :

Biosorpsi Cu(II) Oleh *Pseudomonas putida*

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019
Yang Menyatakan



(Saffira Zhazhabila Maulida)
NRP. 5203016035

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Mahasiswa



(Lintang Elsa Valerina)

NRP. 5203016011

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Mahasiswa



(Saffira Zhazhabila Maulida)

NRP. 5203016035

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang

berjudul “Biosorpsi Logam Cu(II) oleh *Pseudomonas putida* ” tepat pada

waktunya. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya. Dalam penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si. dan Shella P. Santoso, S.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan banyak masukan, bimbingan, dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
2. Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T; Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D. IPM; dan Ir. Setyadi, M.T. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan dalam penelitian ini.
3. Ir, Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Sandy Budi Hartono, M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Shella P. Santoso, S.T., Ph.D. selaku Ketua Labotarium Teknologi Bioproses; Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si, selaku Ketua Labotarium Kimia Analisa; Felycia Edi Soetaredjo,

S.T., M. Phil., Ph.D., IPM. Selaku ketua Laboratorium Proses yang telah memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat di labotarium.

6. Bapak Novi Triono selaku laboran pada Labotarium Kimia Analisa, Bapak Hadi Pudjo Kuncoro selaku laboran pada Labotarium Proses serta Bapak Agus selaku laboran pada Laboratorium Teknologi Bioproses, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian ini.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini.
8. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, baik secara materi maupun non-materi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan secara satu persatu.

Penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dan bagi pembaca.

Surabaya, 10 Juni 2018

Penulis

INTISARI

Dampak negatif kegiatan industri salah satunya yaitu limbah yang dapat mencemari lingkungan terutama jika mengandung logam berat yang konsentrasinya melebihi Nilai Ambang Batas (NAB). Pada penelitian ini dilakukan proses biosorpsi logam Cu(II) oleh *Pseudomonas putida*. Proses biosorpsi ini dilakukan dengan variasi konsentrasi awal logam Cu(II), waktu, dan pH. Konsentrasi Cu(II) setelah proses biosorpsi diukur menggunakan metode spektrofometri UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar konsentrasi awal Cu(II) dari 8.000 ppm sampai 12.000 ppm persentase penurunan konsentrasi Cu(II) semakin kecil. Sedangkan pada konsentrasi awal yang sama yaitu 8.000 ppm penurunan persentase konsentrasi Cu(II) terbesar terjadi pada pH = 6 dibanding pada pH = 4 dan 5. Hal ini disebabkan karena metallothionein pada dinding sel *Pseudomonas putida* akan lisis pada kondisi relatif asam yaitu pada pH = 4 dan pH = 5, jika methallotionein lisis maka Cu(II) yang terserap semakin kecil. Pada penentuan nilai konstanta kinetika biosorpsi (k) diperoleh data semakin turun seiring dengan kenaikan konsentrasi awal Cu(II). Hal ini dikarenakan ion Cu(II) yang pekat lebih reaktif terhadap sel bakteri, sehingga dapat menyebabkan kerusakan sel hingga kematian pada bakteri. Dari data FTIR hasil pengukuran *Pseudomonas putida* setelah proses biosorpsi dapat diketahui bahwa adanya Cu(II) yang terikat pada dinding sel bakteri. Hal ini tampak dari terjadinya pergeseran puncak serapan pada bilangan gelombang 420,45 cm^{-1} yang menandakan adanya gugus Cu-O.

ABSTRACT

The one negative impact of industrial activities is the environmental pollution especially if contain heavy metals where the concentrations is exceed the Threshold Value (TLV). In this study, the biosorption of Cu (II) by *Pseudomonas putida* for reduce heavy metal in waste water. The biosorption with *Pseudomonas putida* was carried out in some initial variations of Cu (II), time adsorption, and pH. The concentration of Cu(II) after bisorption was measured using the UV-Vis spectrophotometry method. Based on the results of the study it was found that the greater initial concentration of Cu (II) from 8.000 ppm to 12.000 ppm the percentage decrease Cu (II) concentration is getting smaller. Whereas at the same initial concentration of Cu(II) 8.000 ppm the largest percentage reduction in Cu (II) concentration occurred at pH = 6 compared to pH = 4 and 5. This matter because metallothionein in the cell wall of *Pseudomonas putida* will be lysed under relatively acidic conditions at pH = 4 and pH = 5, if methallotionein lysis then the absorbed Cu (II) is smaller. In determining the biosorption kinetics constanta (k), the data is getting lower along with the increase in the initial concentration of Cu (II). This is because Cu(II) ion in solution are reactive to bacterial cells, which can cause cell damage result death bacteria. Based on the results measurements of *Pseudomonas putida* after the biosorption using FTIR it can be seen that the presence of Cu (II) is bound to the bacterial cell wall. This can be seen from the shift of absorption peak at wave number 420.45 cm^{-1} which indicates the presence of Cu-O groups.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH..... | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | vi |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| INTISARI..... | x |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| II.1 Logam Tembaga (Cu) | 4 |
| II.2 Biosorpsi | 6 |
| II.3 Kelebihan Biosorpsi | 9 |
| II.4 <i>Pseudomonas putida</i> | 10 |
| II.5 Kinetika Adsorpsi Logam Cu(II) | 12 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 13 |
| III.1 Rancangan Penelitian | 13 |
| III.2 Variabel Penelitian | 13 |
| III.3 Bahan | 14 |
| III.4 Alat..... | 14 |
| III.5 Prosedur Penelitian..... | 15 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 18 |
| IV.1 Kurva Pertumbuhan Bakteri pada Media Larutan Cu(II) | 18 |
| IV.2 Biosorpsi larutan Cu(II) Menggunakan <i>Pseudomonas putida</i> ... | 22 |
| IV.3 Kinetika Adsorpsi Cu(II) oleh <i>Pseudomonas putida</i> | 25 |
| IV.4 Karakteristik <i>Pseudomonas putida</i> Sebelum dan Setelah Proses Biosorpsi | 29 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 31 |
| V.1 Kesimpulan | 31 |
| V.2 Saran..... | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA | 32 |
| LAMPIRAN A | 35 |
| LAMPIRAN B..... | 38 |
| LAMPIRAN C..... | 50 |
| LAMPIRAN D | 55 |
| LAMPIRAN E..... | 75 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel II.3. Kelebihan Pengolahan Limbah Logam Berat secara Biosorpsi dibanding dengan Pengolahan Limbah Logam Berat secara fisika-kimia..... | 8 |
| Tabel II.4. Perbandingan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat oleh <i>Pseudomonas sp.</i> Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan..... | 12 |
| Tabel III.1. Waktu Inkubasi pada Larutan Cu(II) deng kondisi pH dan Konsentrasi yang Berbeda..... | 16 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar II.2.1. Mekanisme Proses Biosorpsi..... | 7 |
| Gambar II.2.2. Gugus Fungsi <i>cysteine</i> | 7 |
| Gambar II.4. <i>Pseudomonas putida</i> | 11 |
| Gambar II.5. Grafik Hubungan antara konsentrasi akhir terhadap waktu.... | 15 |
| Gambar III.5. Gambar Rangkaian Proses Biosorpsi Logam Cu(II) oleh <i>Pseudomonas putida</i> | 18 |
| Gambar IV.1. Kurva Pertumbuhan Bakteri Dalam Media larutan Cu(II) pada (a) pH = 4, (b) pH = 5, dan (c) pH = 6..... | 23 |
| Gambar IV.2. Persentase (%) Penurunan Konsentrasi Larutan Cu(II) pada Larutan Cu(II) oleh <i>Pseudomonas putida</i> (a) pH = 4, (b) pH = 5, dan (c) pH = 6..... | 28 |
| Gambar IV.1. Spektra FTIR <i>Pseudomonas putida</i> Sebelum dan Sesudah Proses Biosorpsi..... | 35 |